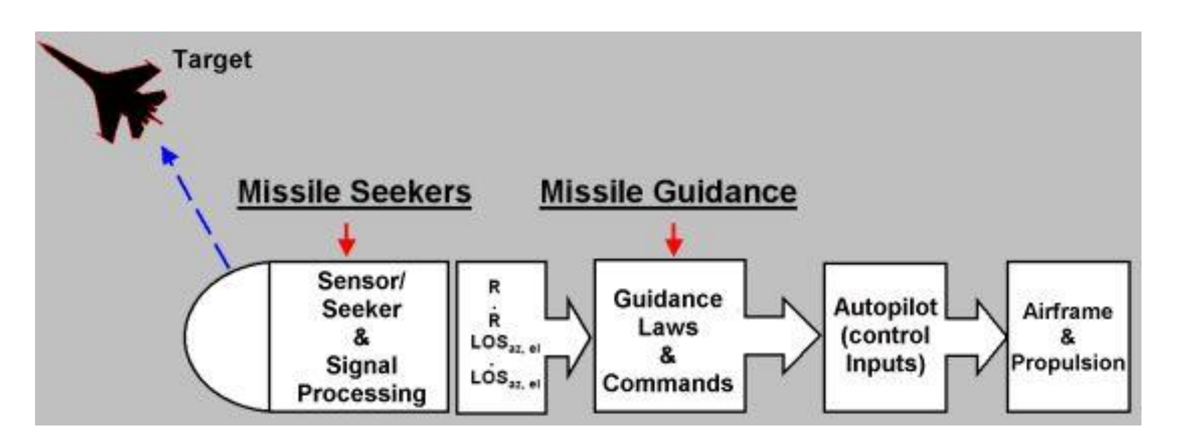
بسم الله الرحمن الرحيم

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

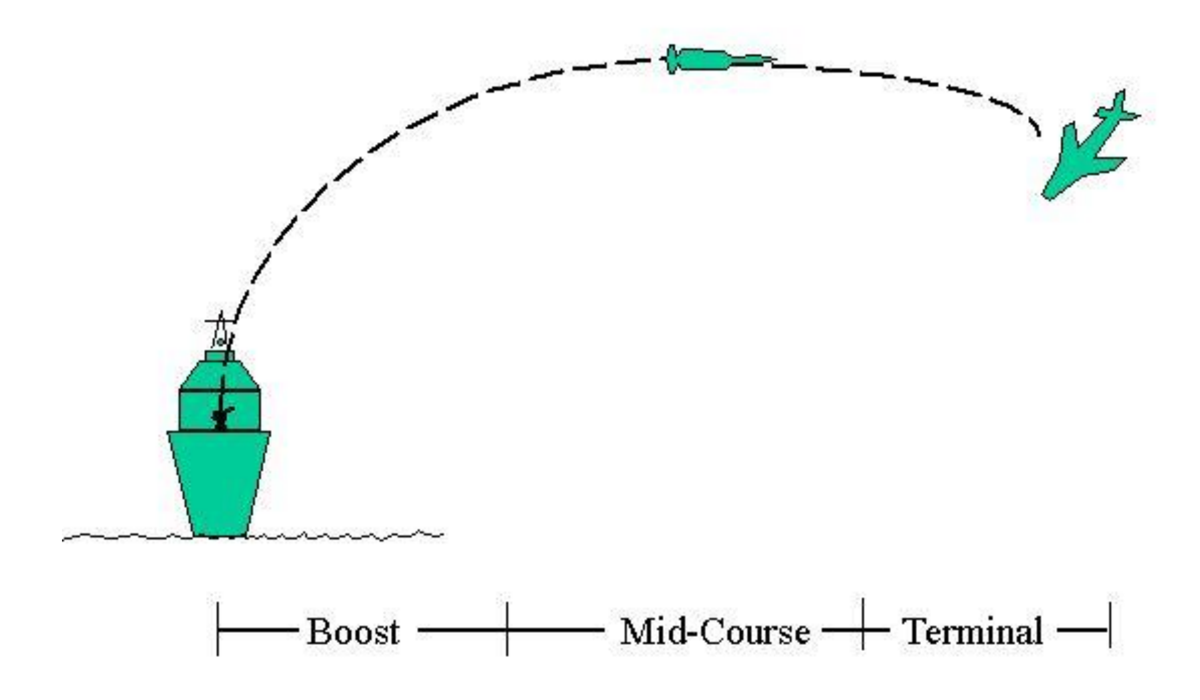
أحاول من خلال هذا البحث الصغير إعطاء لمحة أولية وفكرة بسيطة عن توجيه الصواريخ لغير المختصين..

يمكن تصنيف الصواريخ بشكل عام حسب : – المهمة – الإطلاق – المنصة
الشيئين الذين نهتم بهما هما : – نمط التوجيه – نمط الحساس

يعتمد التوجيه عادة على الأوامر التي يتلقى بها الصاروخ ليتحرك على مسار معين حتى يصل إلى هدفه
وفي بعض الصواريخ يتم توليد هذه الأوامر داخلياً بواسطة طيار آلي (كمبيوتر) للصاروخ
وفي بعضها الآخر يتم نقل الأوامر إلى الصاروخ من مصدر خارجي
الحساسات المستخدمة حالياً هي : – الأشعة تحت الحمراء – الرادار – نظام تحديد المواقع العالمي GPS
واعتماداً على الموقع النسبي بين الصاروخ والهدف في أي لحظة معينة خلال الطيران .. يرسل الطيار الآلي أوامر لسطوح التحكم والتوجيه في الصاروخ لتعديل مسار الصاروخ



ينقسم نظام التوجيه في العديد من الصواريخ إلى 3 مراحل أساسية كما هو مبين بالشكل



المرحلة الأولى : مرحلة الإقلاع **boost :** فيها يتم تعطيل نظام التوجيه للسماح للصاروخ بالإقلاع بعيداً عن منصة الانطلاق

المرحلة الثانية : مرحلة التوجيه منتصف المسار **midcourse :** فيها يتم أغلب تحليق الصاروخ .. ويتم أداء تعديلات طفيفة على مسار الصاروخ ليتم السماح له للوصول إلى الهدف

المرحلة الثالثة : مرحلة التوجيه النهائي **terminal :** فيها يستخدم الصاروخ نظام تتبع عالي الدقة لأداء المناورات السريعة التي تؤدي إلى اعتراض الهدف

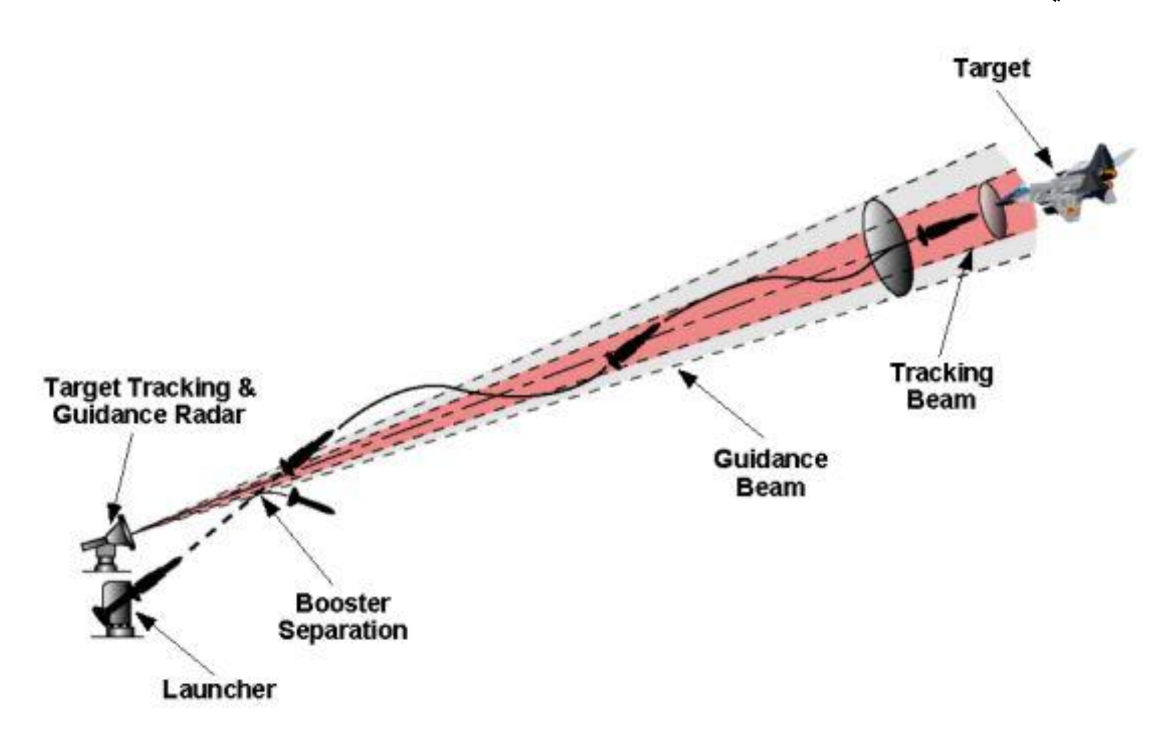
طبعاً في الكثير من الصواريخ .. نظام التوجيه في مرحلة التوجيه النهائي يختلف عن نظام التوجيه في مرحلة التوجيه منتصف المسار .. وهو ما سنناقشه بعد قليل

فيما يلي الأنماط الرئيسية من توجيه الصواريخ .. مع أمثلة عن الصواريخ والحساسات التي تقوم بأداء هذا النمط من التوجيه

1- التوجيه باتباع الحزمة **Beam Rider Guidance :**

مبدأ التوجيه باتباع الحزمة يعتمد على محطة رادار أرضية أو محمولة عبر سفينة تبث حزمة رادارية باتجاه الهدف

بعدها يقوم سطح راداري بتتبع الهدف ، ويبث حزمة التوجيه التي تقوم بضبط زاويتها خلال حركة الهدف في السماء



بعدها يتم إطلاق الصاروخ باتجاه حزمة التوجيه ويتبع اتجاهها ومسارها .. حيث تقوم أنظمة مسح على متن الصاروخ بالتقاط وجود الحزمة وتحديد مدى اقتراب الصاروخ من حواف هذه الحزمة وتستخدم هذه المعلومات لإرسال إشارات أوامر لسطوح التحكم عبر الصاروخ لتبقي الصاروخ ضمن مسار الحزمة

وبهذه الطريقة يتم ضمان اتباع الصاروخ لمسار حزمة الرادار الخارجي باتجاه الهدف

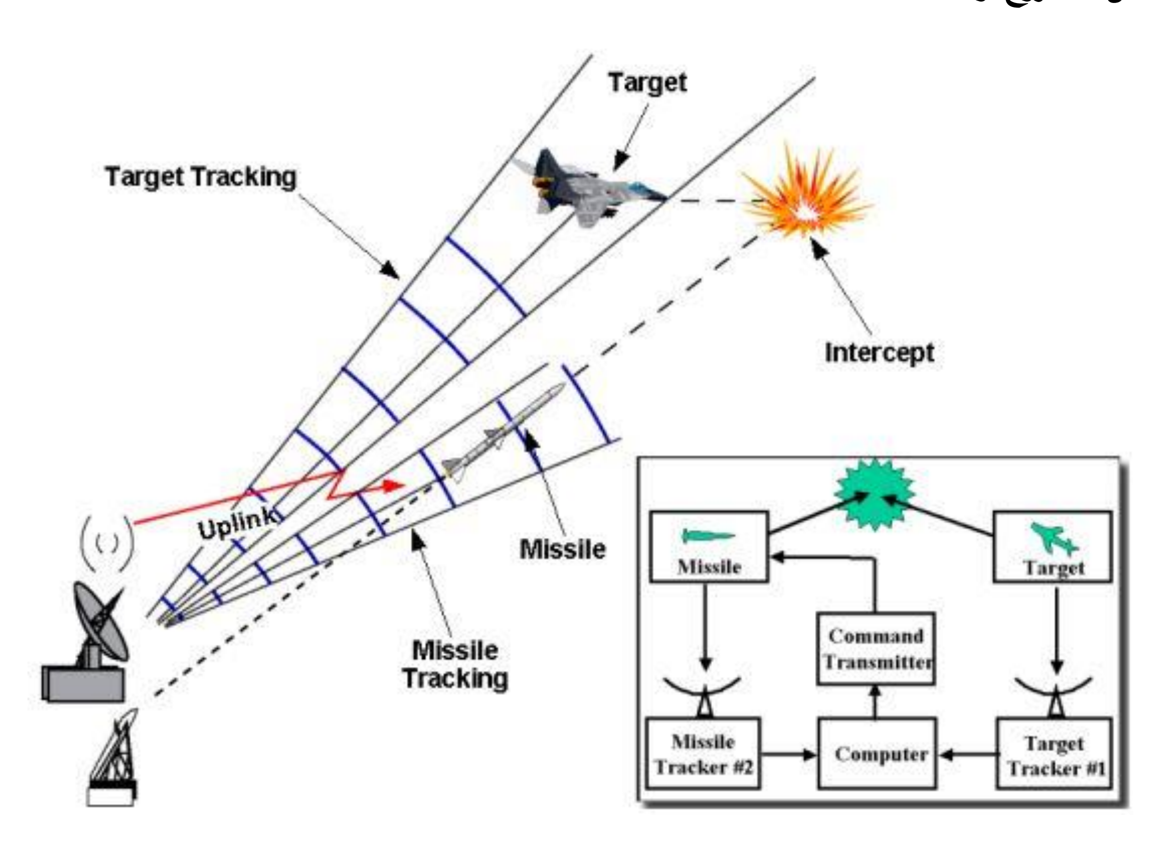
استخدمت هذه الطريقة من التوجيه في صواريخ أرض – جو القديمة .. لكنها كانت ذات دقة ضعيفة بالنسبة للأهداف بعيدة المدى

ولذلك انتشار هذه الطريقة هو محدود للغاية ..

-2التوجيه بإعطاء الأوامر : Command Guidance

مشابه لمبدأ التوجيه باتباع الحزمة من حيث أنه يتم تعقب الهدف باستخدام رادار خارجي .. لكن يختلف عنه بوجود رادار ثاني يتبع الصاروخ بنفسه

ويتم إعطاء بيانات كل من الرادارين إلى كمبيوتر موجود على الأرض .. ليتم حساب المسارات لكل من الصاروخ والهدف



هذا الكمبيوتر يحدد أيضاً الأوامر الواجب إرسالها لسطوح التحكم عبر الصاروخ ..لتوجه الصاروخ بحيث يعترض الهدف .. يتم استقبال هذه الأوامر عبر جهاز استقبال محمول على الصاروخ ليضبط مساره

أبرز أنواع الصواريخ التي تستخدم هذا النمط من التوجيه هو صاروخ سام 2 روسي الصنع .. والذي أنهك الطائرات الأمريكية في حرب فييتنام

أيضاً يستخدم مثل هذا النمط في التوجيه .. باستخدام أنظمة توجيه سلكي) وليست رادارية كما في السابق) .. حيث يتم إرسال الأوامر إلى الصواريخ عبر أسلاك تقليدية .. أو كابلات ألياف بصرية والتي تخرج من بكرة محمولة على الصاروخ ومتصلة بمحطة الإقلاع

كمثال على ذلك الصواريخ المضادة للدبابات .. **TOW** وكذلك عدد من التوربيدات البحرية التي يتم إطلاقها من الغواصات

-3التوجيه بضبط المسار HOMING GUIDANCE

وهو النمط الأكثر شيوعاً في الصواريخ المضادة للطائرات في يومنا هذا

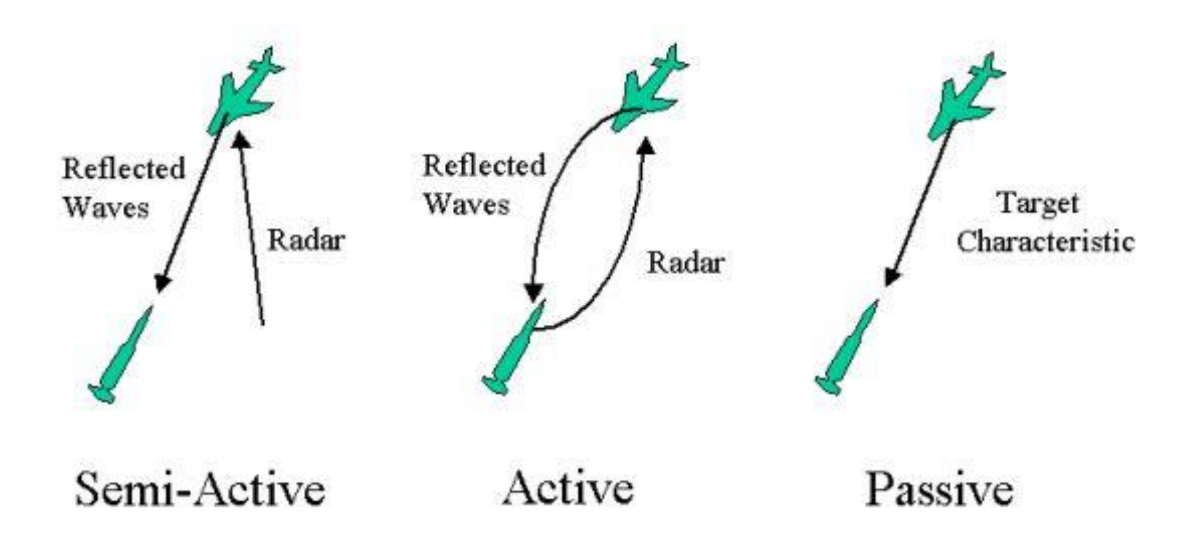
وهناك 3 أنماط من التوجيه تقع ضمن هذا النمط من التوجيه

-توجيه نصف إيجابي semi active

-توجيه إيجابيactive

-توجيه سلبيpassive

أيضاً هناك شكل أكثر غرابة من التوجيه يسمى التوجيه بضبط المسار عبر إعادة الإرسال .. أو التتبع عبر ضبط مسار الصاروخ



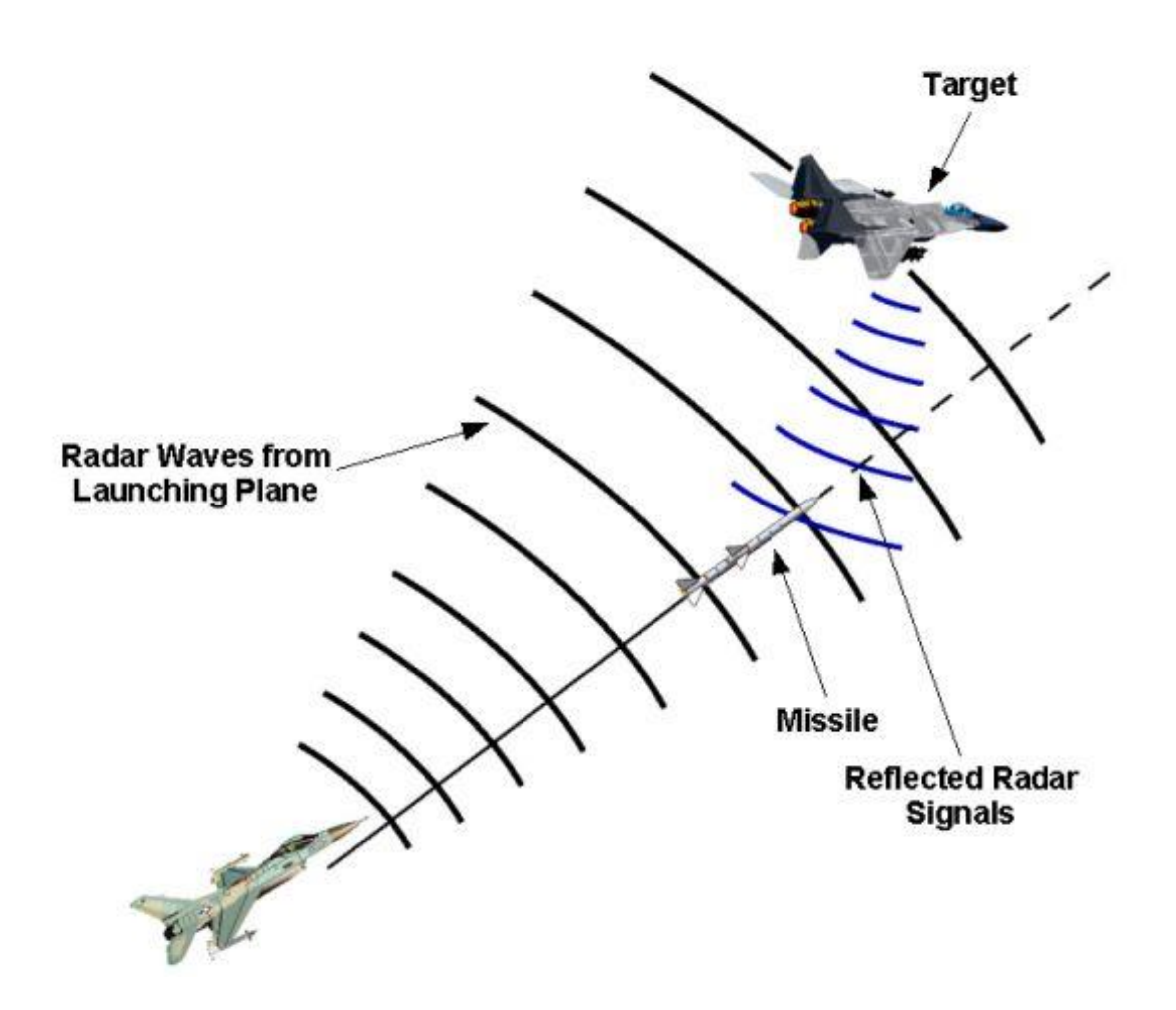
أ– التوجيه بضبط المسار نصف الإيجابي **Semi-Active Homing Guidance**

مشابه لمبدأ التوجيه بإعطاء الأوامر من حيث أن الصاروخ يعتمد على مصدر خارجي ليتعرف على الهدف

حيث يتم اعتراض الطاقة المنعكسة من الهدف بجهاز استقبال محمول على الصاروخ

الفرق الجوهري بين التوجيه بإعطاء الأوامر ، والتوجيه بضبط المسار نصف الإيجابي .. بأن الصاروخ يمتلك كمبيوتر محمول على متنه

حيث يستخدم الكمبيوتر هذه الطاقة المجمعة عبر جهاز الاستقبال الراداري لتحديد مسار الهدف النسبي .. وإرسال أوامر التصحيح لسطوح التحكم بحيث يقوم الصاروخ باعتراض الهدف



على سبيل المثال في الشكل المبين .. يوضح طريقة التوجيه في صاروخ جو – جو .. مثل صاروخ **Sparrow**

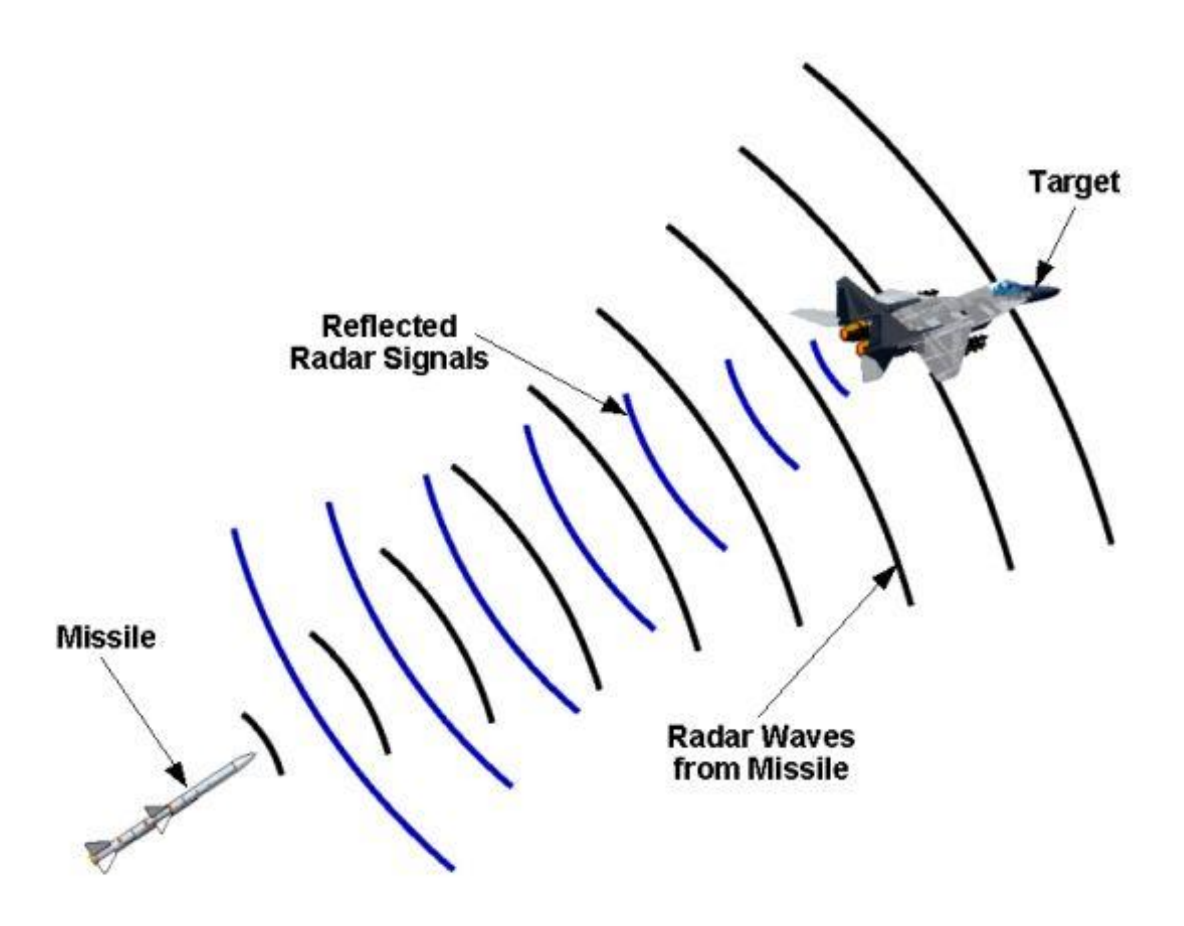
هذا الصاروخ يعتمد على الطاقة الرادارية المنقولة عبر منصة الإقلاع .. لتتبع الهدف وضبط مسار الصاروخ باتجاهه

أحياناً يشار إلى هذا النظام بالثنائي .. حيث أن موجات الرادار التي تعترض الهدف .. وموجات الرادار المنعكسة إلى الصاروخ .. هي ذات زوايا مختلفة

التوجيه بضبط المسار نصف الإيجابي يستخدم أنماط أخرى من الحساسات بالإضافة إلى الرادار .. كالتوجيه باستخدام الليزر مثل سلسلة **Paveway** وهي قنابل موجهة بالليزر .. حيث يتم إصدار الليزر من جهاز استصدار لليزر محمول على الطائرة المطلقة .. وقد يتم إصداره من خلال جندي موجود على الأرض باتجاه الهدف

ب– التوجيه بضبط المسار الإيجابي **Active Homing Guidance**

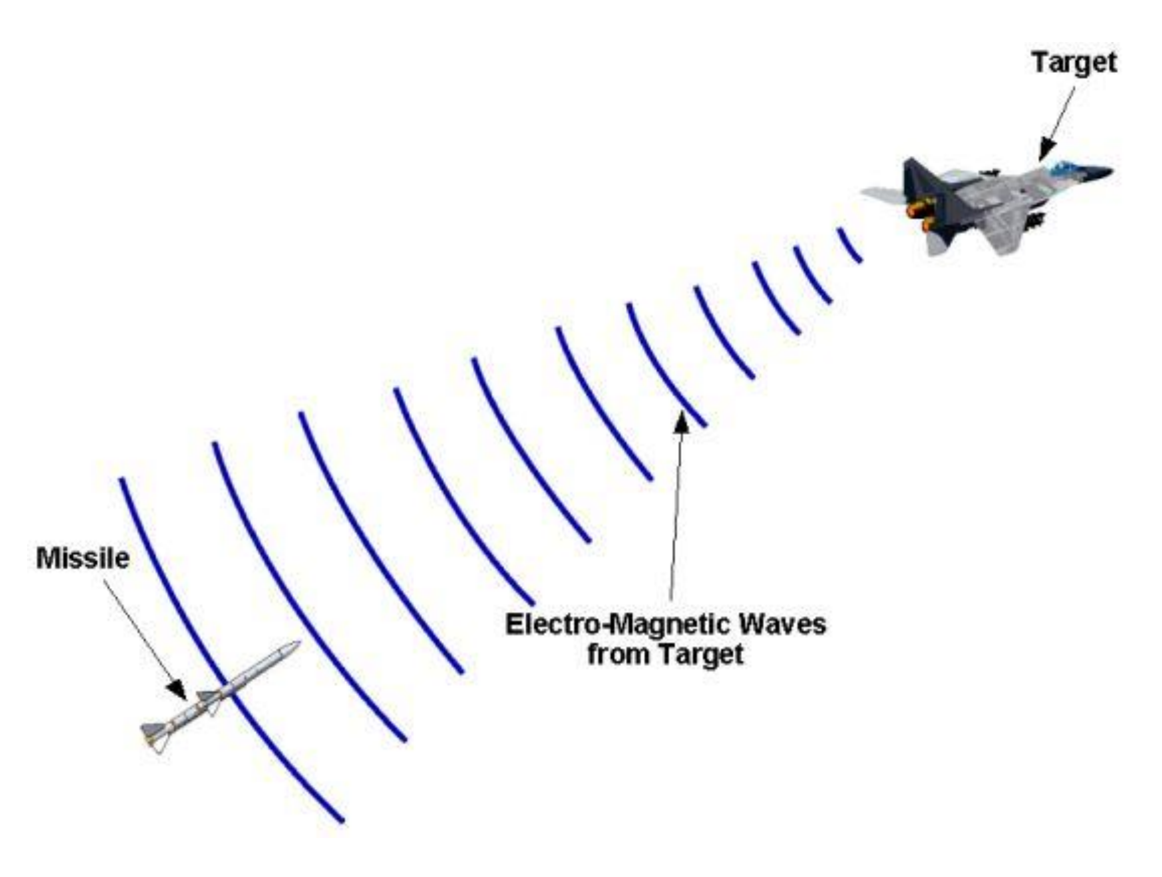
مبدأ عمله مشابه تماماً لمبدأ التوجيه بضبط المسار نصف الإيجابي .. باستثناء أن طاقة التتبع يتم إصدارها واستقبالها من الصاروخ نفسه .. وبالتالي لا حاجة لاستخدام مصدر خارجي
ولذلك تسمى هذه الصواريخ التي تعتمد هذا النمط من التوجيه بـ " أطلق وانسَ .. " حيث أنه لا حاجة لاستخدام الطائرة المطلقة للصاروخ في تعريف الصاروخ إلى الهدف بعد إطلاق الصاروخ



تستخدم الصواريخ التي تعتمد التوجيه بضبط المسار الإيجابي حساسات رادارية لتتبع هدفها .. هذه الحساسات تدعى بالأحادية نظراً لأنها بعكس التوجيه بضبط المسار نصف الإيجابي تستقبل وتعكس الأمواج بنفس الزاوية بالنسبة لخط البصر بين الصاروخ والهدف
أمثلة على مثل هذه الصواريخ هي صواريخ **AMRAAM** جو – جو ، وصواريخ **Exocet** المضادة للسفن

جـ- التوجيه بضبط المسار السلبي **Passive Homing Guidance**
مشابه للإيجابي من حيث أن الصاروخ مستقل عن أي نظام توجيه خارجي
ومشابه لنصف الإيجابي من حيث أن الصاروخ فقط يستقبل الإشارات ولا يصدرها ..

الصواريخ ذات التوجيه بضبط المسار السلبي تعتمد على شكل ما من الطاقة يتم إصداره من الهدف .. ويتم تتبعه عبر حساسات الصاروخ



هذه الطاقة تأخذ أشكالاً عديدة .. مثلاً

-الحساسات التي تعتمد على الأشعة تحت الحمراء كما في صواريخ **Sidewinder** تعتمد على الإشارة الحرارية المتولدة من الهدف

-الصواريخ المضادة للإشعاع مثل صواريخ **HARM** تتبع الترددات الطاقية للراديو الصادرة عن محطات الرادار الأرضية

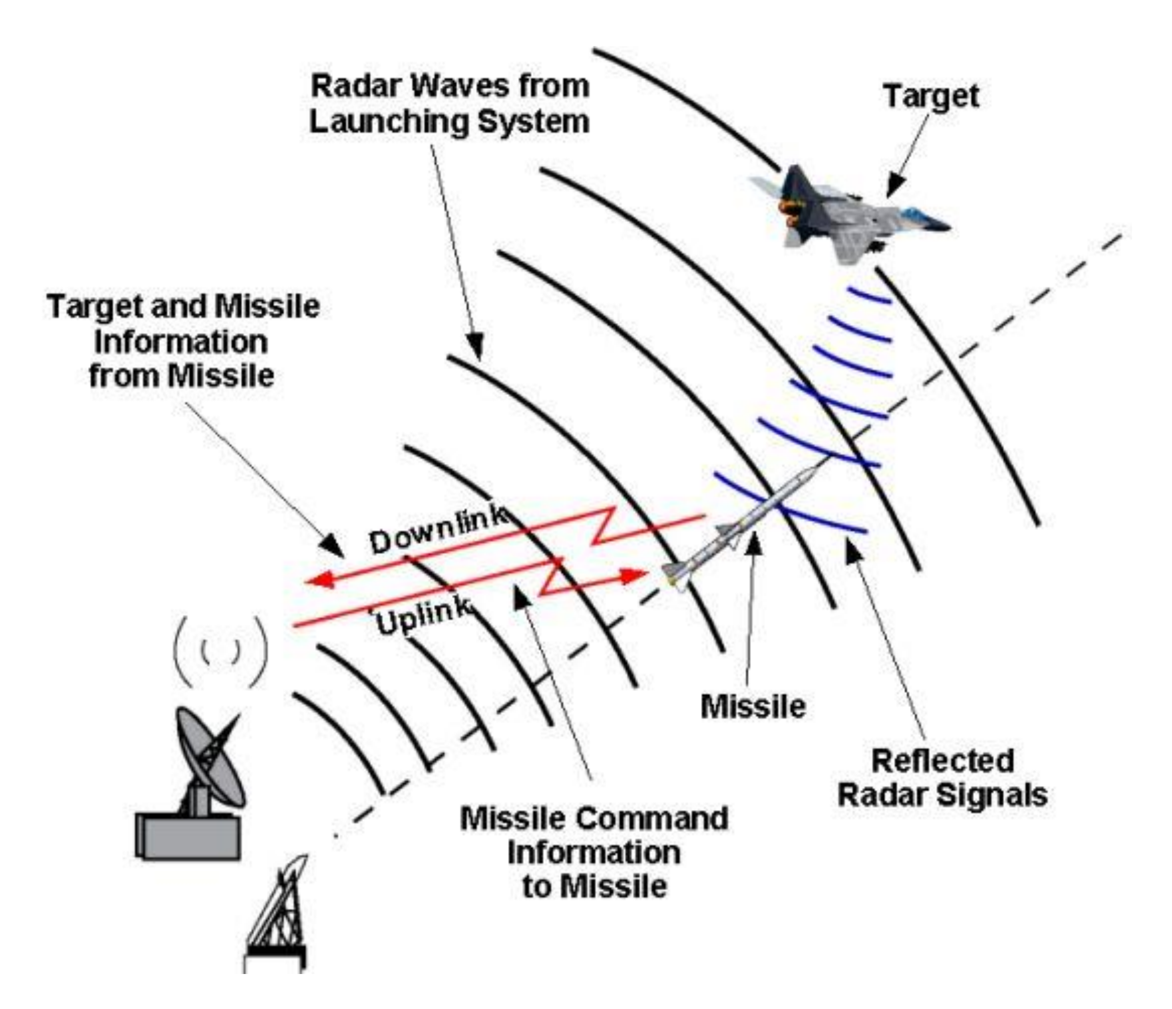
-التوربيدات تعتمد على السونار أو الأمواج الصوتية الناشئة عن محركات السفن لتهاجم أهدافها

-الحساسات الإلكتروضوئية كالمستخدمة في صواريخ **Maverick** مثلاً تعتمد على الصور المرئية لتتوجه باتجاه الهدف

د- التوجيه بضبط المسار بإعادة الإرسال **Retransmission Homing Guidance**

الشكل الأكثر غرابة من التوجيه بضبط المسار هو استخدام طريقة إعادة الإرسال

هذه التقنية تشبه بشكل كبير التوجيه بإعطاء الأوامر .. لكن مع تطور فريد من نوعه
حيث يتم تعقب الهدف باستخدام رادار خارجي .. لكن يتم استقبال الإشارة المنعكسة عبر جهاز استقبال محمول على الصاروخ كما في التوجيه بضبط المسار نصف الإيجابي
لكن لا يوجد على متن الصاروخ كمبيوتر يعالج هذه الإشارات .. وإنما بدلاً من ذلك يتم إعادة نقل هذه الإشارات إلى مكان إطلاق الصاروخ لمعالجة الإشارات ..
ثم بعد ذلك يتم إعادة إرسال الأوامر اللازمة إلى الصاروخ ليغير من انحراف سطوح التحكم بحيث يضبط مساره



تدعى هذه الطريقة بـ " التعقب عبر الصاروخ " .. بالإنكليزية **"track via missile**
.. " TVM حيث أن الصاروخ يعمل كقناة لنقل معلومات التتبع من الهدف إلى محطة التحكم الأرضية
ميزة هذا النمط من التوجيه هو أن أجهزة التعقب والمعالجة باهظة الثمن تقع ضمن المحطات الأرضية .. وبالتالي يمكن إعادة استخدامها بدلاً من تدميرها ..

سلبية هذا النمط من التوجيه هو أنه يتطلب اتصالات ممتازة وعالية السرعة تربط بين الصاروخ ومحطة التحكم .. وهذا ما يحد من فعالية النظام إلى مسافات قصيرة

بستخدم هذا النمط من التوجيه في صواريخ **Patriot** أرض – جو

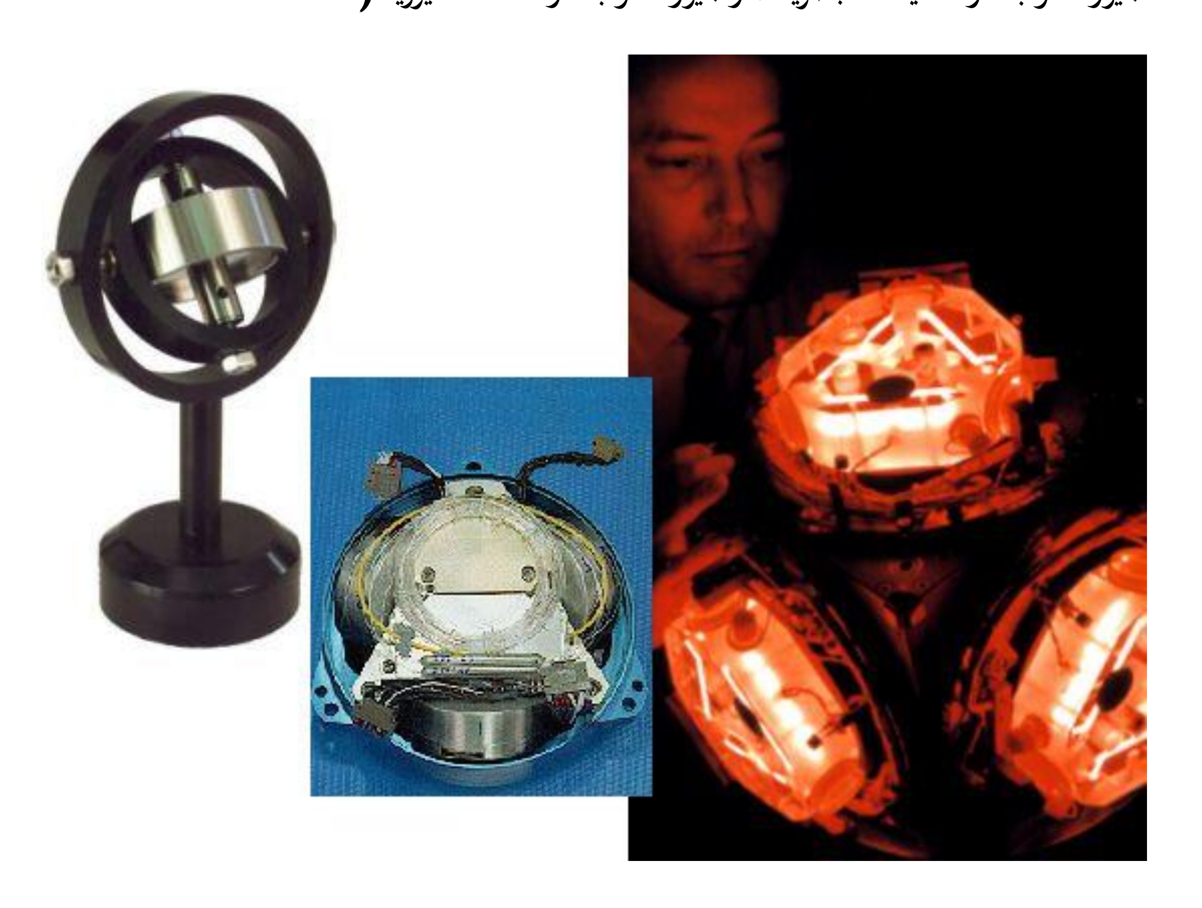
-4التوجيه الملاحي NAVIGATION GUIDANCE

يصنف إلى عدة مجموعات

فيما يلي سنناقش تقنيات التوجيه الملاحية : – العطالية – النطاقية – السماوية – الجيوفيزيائية

أ– التوجيه الملاحي العطالي : Inertial Navigation Guidance

الملاحة العطالية تعتمد على أجهزة على متن الصاروخ تقيس سرعته وتسارعه باتجاهات مختلفة .. هذه الأجهزة تدعى بالجيروسكوبات وحساسات التسارع (في الشكل الجيروسكوب الميكانيكي ، الجيروسكوب ذو الألياف البصرية ، والجيروسكوب ذو الحلقة الليزرية (



الغاية من الجيروسكوب هو قياس الدوران الزاوي .. وتوجد هناك عدة طرق لأداء ذلك

الجيروسكوب الميكانيكي الكلاسيكي يقوم بقياس مدى استقرار كتلة تدور ضمن حامل

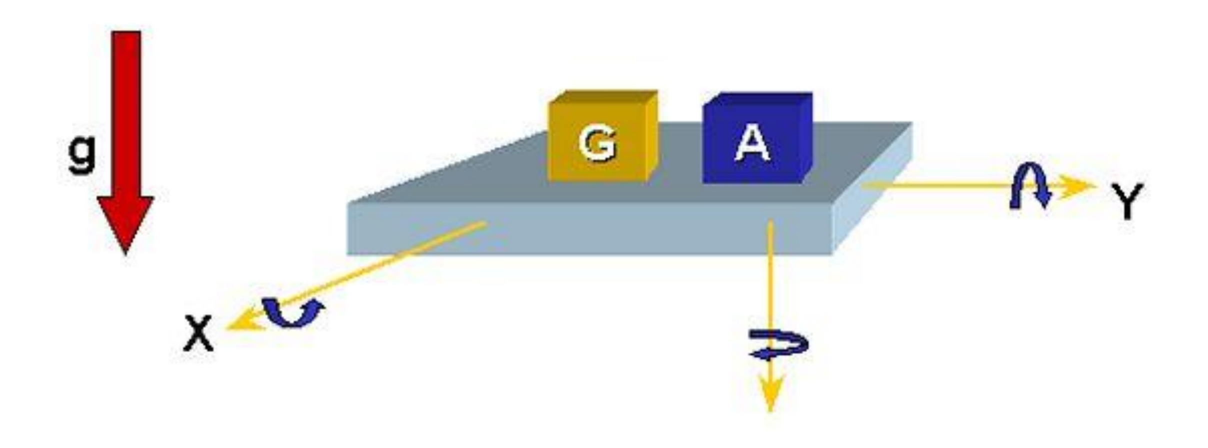
هناك أيضاً الجيروسكوبات ذات الحلقة الليزرية والجيروسكوبات ذات الألياف البصرية والتي تعتمد على التداخل بين الحزم الليزرية ..

التطور الحالي في الأنظمة الكهروميكانيكية الدقيقة سمح بتطوير الجيروسكوبات ..بحيث تكون صغيرة جداً وغير باهظة الثمن لتقوم الجيروسكوبات بقياس الحركة الزاوية

في حين تقوم حساسات التسارع بقياس الحركة الخطية .. حيث يتم تحويل التسارعات إلى إشارات كهربائية لتتم معالجتها من كمبيوتر الطيار الآلي للصاروخ ..

وعندما يتم دمج الجيروسكوب وحساس التسارع في جهاز واحد .. يدعى هذا الجهاز بوحدة قياس عطالية **inertial measurement unit IMU**

أو نظام ملاحة عطالي.**inertial navigation system INS**



يستخدم نظام الملاحة العطالي **INS** جهازين لقياس الحركة بالنسبة لمبدأ الإحداثيات

تعمل الملاحة العطالية عبر إخبار الصاروخ .. أين هو في لحظة الإطلاق .. وكيف يجب أن يتحرك بالاعتماد على المسافة والدوران عبر المسار خلال تحليقه

يستخدم كمبيوتر الصاروخ الإشارات من نظام الملاحة العطالي **INS** لقياس هذه الحركات .. ولضمان أن الصاروخ يتحرك ضمن مساره الصحيح المبرمج مسبقاً .

تستعمل أنظمة الملاحة العطالية بشكل واسع في جميع أنواع المركبات الجوية والفضائية .. بما في ذلك الأسلحة ، والطائرات العسكرية ، والطائرات المدنية ، والمركبات الفضائية

وتستخدم كثير من الصواريخ الطرق العطالية في التوجيه منتصف المسار .. مثل صواريخ

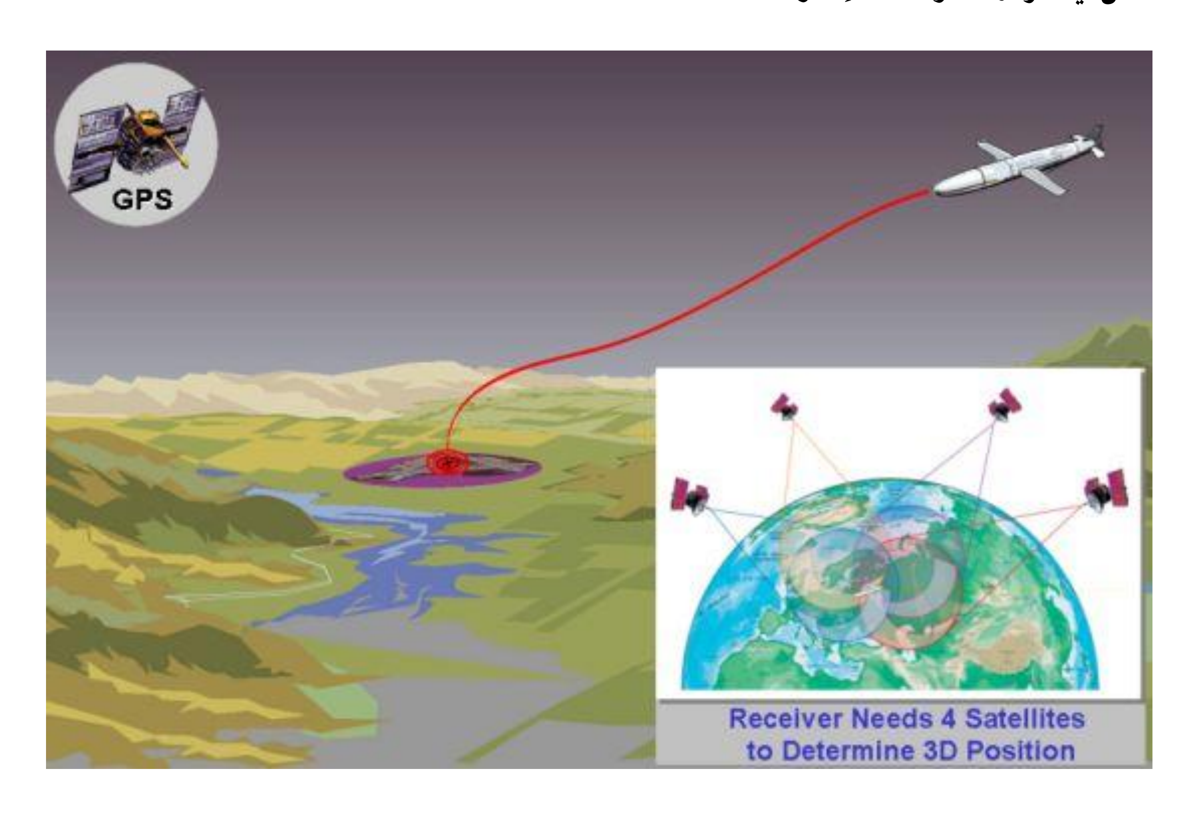
AMRAAM، Storm Shadow، Meteor، Tomahawk

ب – التوجيه الملاحي النطاقي : **Ranging Navigation Guidance**

على عكس الملاحة العطالية والتي تكون محتواة بشكل كامل ضمن ضمن المركبة .. تعتمد الملاحة النطاقية على إشارات خارجية للتوجيه

الشكل الأقدم لمثل هذا النمط من الملاحة كان استخدام مرسلات الراديو والتي تم تطويرها من أجل خدمة النقل الجوي التجاري

هذه المرسلات تقوم ببث إشارات الراديو والتي يتم استقبالها من الطائرة خلال الطيران اعتماداً على اتجاه وشدة الإشارات .. يمكن للطائرة حساب موقعها بالنسبة لهذه المرسلات .. وأن تنتقل في طريقها عبر هذه الإشارات



وكان اختراع نظام تحديد المواقع العالمي **GPS global positions system** له دور في استبدال مرسلات الراديو في كلا المجالين العسكري والمدني ..

يتألف نظام الـ **GPS** من **24** قمراً صناعياً بمدارات متواقتة جغرافياً حول الأرض

وفي حال وجود جهاز استقبال **GPS** على سطح الأرض .. بإمكانه استقبال الإشارات من قبل **4** أقمار على الأقل .. وبالتالي بإمكانه حساب الموقع ثلاثي الأبعاد الحقيقي بدقة متناهية ..

تستفيد صواريخ مثل **JSOW** وسلاسل قنابل موجهة مثل **JDAM** من إشارات الـ **GPS** لتحديد موقعها بالنسبة لمواقع أهدافها

على مدى مسارها خلال تحليقها ، تستفيد هذه الأسلحة من من المعلومات لترسل الأوامر إلى سطوح التحكم لضبط مسارها

ج- التوجيه الملاحي السماوي Celestial Navigation Guidance

الملاحة السماوية هي واحدة من أقدم أشكال الملاحة التي تم توظيفها عبر الإنسان ، والتي كانت أهم تطبيقاتها هي في الرحلات الاستكشافية البحرية كما في رحلة كريستوف كولومبس وغيره من المستكشفين

تستخدم الملاحة السماوية مواقع النجوم لتحديد المكان على سطح الأرض وخاصةً خط العرض ..

هذا النمط من الملاحة يتطلب رؤية جيدة للنجوم ، ولذلك هي فعالة فقط في الليل أو عند ارتفاعات عالية جداً ..

ولذلك استخدام الملاحة السماوية هو نادر بالنسبة للصواريخ ..

مع ذلك تم استخدامها في العديد من الصواريخ البالستية .. مثل صاروخ **Poseidon**

حيث يقوم الصاروخ بمقارنة مواقع النجوم مع صورة مخزنة في ذاكرته .. لتحديد مسار الطيران

د- التوجيه الملاحي الجيوفيزيائي Geophysical Navigation Guidance

لربما هي أقدم من الملاحة السماوية .. حيث تعتمد على قياسات الأرض للحصول على المعلومات الملاحية .

الطرق التي تندرج ضمن هذه المجموعة تعتمد على قياس الحقل المغناطيسي الأرضي بواسطة البوصلة والماغنيتومتر ، وكذلك قياس حقل الجاذبية الأرضي بواسطة الغرافيتومتر ..

لم تجد هذه الطرق أي تطبيق في الصواريخ .. لذا تم استخدام طريقة أكثر فعالية وهي مطابقة التضاريس ..

حيث تتطلب هذه الطريقة عادة مقياس الارتفاع الراداري والذي يستخدم موجات الرادار لتحديد الارتفاع عن سطح الأرض.. و بمقارنة ملامح التضاريس مع البيانات المخزنة على متن الصاروخ .. يمكن للصاروخ أن يخط طريقه ضمن مسار معين

وهناك طريقة مرتبطة لكنها أكثر دقة .. هي طريقة مطابقة الصورة الرقمية ..

من ناحية المبدأ .. طريقة مطابقة الصورة الرقمية .. تختلف قليلاً عن استخدام العلامات الأرضية خلال القيادة في السيارة لخط طريقك ضمن مسار معين

تستخدم الصواريخ من هذه التقنية بمطابقة الصورة التي يتم رؤيتها تحت السلاح مع صور جوية أو صور ملتقطة عبر الأقمار الصناعية مخزنة في كمبيوتر الصاروخ .
في حال كانت الصور غير متطابقة .. يرسل الكمبيوتر أوامر إلى سطوح التحكم لضبط مسار الصاروخ .. إلى أن يتم تطابق الصور
تستخدم طريقة مطابقة الصورة الرقمية في صواريخ كروز **Tomahwak**

تم بعون الله

تساؤلات وإجابات

استخدمت شرائح يتم رميها او زرعها في المناطق التي ستستهدف لاحقا بغارات او صواريخ فمم تتكون وما مبدأ عملها ؟؟

تستخدم مادة اسمها مادة " التيكنديوم " .. حيث يقوم عملاء الاحتلال بنشرها وزرعها في الأماكن المستهدفة
فعلياً هي تقنية معقدة أكثر من جهاز التتبع الحراري .. جهاز التتبع الحراري يستخدم ضمن دائرة لا سلكية معينة لا تتجاوز بضعة كيلومترات .. في حين أن مادة " التيكنديوم " تعمل على مدى أبعد عن طريق استقبال ذبذباتها الالكترونية التي ترسلها عن طريق الأقمار الاصطناعية .. عبر أجهزة خاصة بها يتم من خلالها تحديد مكان الشيء الذي وضعت عليه
أيضاً جهاز التتبع الحراري يحتاج لعملية إخفاء وتمويه حتى لا يكتشف .. في حين أن مادة " التيكنديوم " هي مادة شفافة ولا تحتاج لمكان مخفي توضع فيه ..يكفي أن توضع على اى شيء لتبدأ مراقبته

وهنا خطورة هذه المادة أنه لا يمكن اكتشافها ورصدها إلا عن طريق القمر الصناعي
تم تطبيق حكم الشرع على عميل مصري في العراق بعد ان اعترف بإلقاء و زرع حوالي **300** قرص

من هذه المادة في مدينة الفلوجة لوحدها .. وبالتالي عملية رصد مثل هذه الأقراص هي صعبة جداً .. هذا عميل واحد فقط استطاع نشر 300 قرص في مدينة واحدة .. فكيف الحال بعشرات بل ومئات العملاء منتشرون في الكثير من المدن

اذا كان مسار بعض الصواريخ يتم بواسطة نظام الملاحة فهل من الممكن تشويش الاشارة الواصلة او المرسلة له ؟

عمليات الاغتيال عبر القصف الجوي تتم بمراحل أكثر تعقيداً .. من جمع المعلومات عن الشخص المستهدف ومكان سكنه وعمله وتنقلاته وسيارته ووسائل الاتصالات التي يستخدمها ومرافقيه .. مروراً بوضع الشخص المستهدف تحت المراقبة الكاملة والتي قد تستغرق أياماً وأسابيع حسب تحركات الشخص المستهدف .. بعدها يتم اختيار الطريقة المثلى لتصفية الهدف بعد تحليل نتائج المعلومات عند المراقبة .. ومن ثم التنفيذ عن طريق وحدة عمليات بحيث لا تتجاوز مدة التنفيذ 20 دقيقة

وأهم عنصر في عملية الاغتيال عبر الجو هو العميل الأرضي .. الذي يسهل من العملية

تشويش الإشارة الواصلة أو المرسلة عملية ليست بالسهلة .. كونك لا تعلم موعد الاغتيال المقرر .. و من هو الشخص المستهدف ..وما آلية الاستهداف .. بالإضافة لقصر المدة في التنفيذ فضلاً أن عملية معالجة الإشارة واعتراضها هي عملية صعبة .. وفي كثير من الأحيان ما تكون هذه الإشارة مشفرة .. وكذلك عملية التشويش على هذه الإشارة المستقبلة صعبة

لكن التشويش ممكن في حال تمت معرفة الترددات التي يقوم العدو باستخدامها .. بعدها يمكن إصدار جهاز بث لإشارة بنفس التردد إلى القمر .. فيحدث عملية تشويش ..

برغم ذلك تمكنت فصائل المقاومة العراقية من اختراق أنظمة الطائرات بدون طيار لقوات الاحتلال الأمريكي لمدة تزيد عن السنة .. وذلك باستخدام برنامج سكاي غرابر والذي ثمنه 26 دولار .. حيث تمكنوا من اختراق الإشارة ومشاهدة ما ترصده الطائرة بدون طيار
كذلك تمكنت من إسقاط طائرات بدون طيار بشكل نوعي .. جيش الراشدين استطاع من خلال آلية معينة في التشويش إسقاط طائرة بدون طيار أجبرها بالهبوط على الأرض ..كذلك تمكنت دولة العراق الإسلامية من إسقاط طائرة بريدياتور بدون طيار والتي تبلغ كلفتها 40 مليون دولار ..

وهي طائرة بدون طيار ذات مميزات تكنولوجية فائقة

أيضاً " حزب الله " في لبنان .. أعلن عن تمكنه سابقاً من اختراق أنظمة الطائرات بدون طيار " الإسرائيلية " في لبنان .. ومشاهدة ما ترصده

حقيقة يجب أن نذكرها .. الصهاينة هم أكثر من تفوقوا في مجال الطائرات بدون طيار .. حالياً لديهم طائرة بدون طيار اسمها .. **searcher** الطائرة أثبتت كفاءتها لدرجة أن دول كبرى في مجال التصنيع العسكري مثل أمريكا وروسيا تتسابق على شرائها من " إسرائيل " .. هذه الطائرة متطورة وتحمل تقنيات تكنولوجية عالية من خلال وجود الكاميرات الحرارية وأنظمة المراقبة الإلكتروبصرية .. و تستطيع أن تحمل صاروخين أو ثلاثة من طراز "هلفاير" أمريكية الصنع والتي تتميز بالدقة في إصابة الأهداف سواء كان الهدف كبيراً وثابت أو صغيراً ومتحرك .. وتتميز هذه الطائرة أيضاً بأنها تطير علي ارتفاعات شاهقة جداً ولا ترى بالعين المجردة .. وصوتها يتشتت في الفضاء بحيث لا يميز أي إنسان الجهة التي يأتي منها الصوت

توحي المعلومات السابقة أن معظم الصواريخ تعتمد على رادار خارجي لتحديد البيانات
أي في حال تم ضرب المحطة الأرضية يفقد الصاروخ إمكانية التوجيه ...الا اذا كان التوجيه يتم بضبط المسار السلبي هل هذا صحيح ؟

الصاروخ لا يتم توجيهه من خلال رادار من محطة أرضية .. إلا إذا كان صاروخ أرض جو
في حال كان الصاروخ يطلق من طائرة يتم توجيهه من رادار محمول على الطائرة ..وفي حال تم إطلاقه من غواصة يتم توجيهه من رادار في الغواصة

هناك شيء يسمى بسلسلة القتل**kill chain**

دائماً تمر سلسلة القتل **kill chain**

أربعة مراحل .. تسمى باللغة الإنكليزية بالاختصار التالي

DIED:

الأولى حرف **D** اختصار لكلمة**Detect**

ويعني الكشف (وذلك عن طريق الرادار)

الثانية حرف **I** اختصار لكلمة**Identify**

وتعني التعرف (وذلك عن طريق نظام تمييز العدو من الصديق**IFF**
Identification Friend or Foe ..

حيث يتم التعرف على الهدف إن كان عدواً أم صديق ..والتعرف على نوع الهدف .. وبالتالي التعرف على كيفية التعامل معه من خلال إطلاق صاروخ يتفاعل مع خاصية الهدف) ..

الثالثة حرف **E** اختصار لكلمة **Engage**

وتعني الاشتباك (وهي المرحلة الأدق والأصعب والأخطر .. يكون فيها الطيار المستهدف في أعلى درجات التركيز والدقة وحتى الخوف..

يكون العبء الأكبر هو على الطيار المستهدف لأن هذه المرحلة من أكثر المراحل التي تعتمد على مهارة الطيار المستهدف .. ويكون شعار هذه المرحلة البقاء للأسرع والأفضل)

الرابعة حرف **D** اختصار لكلمة **Destruction** وتعني التدمير

..وذلك من خلال إطباق الصاروخ على الهدف بشكل كامل ثم إصابته

فعلياً ضرب محطة الرادار الأرضية كما ذكرت .. يقطع سلسلة القتل من مرحلتها الأولى .. وهي مرحلة الكشف .. وبالتالي لا يمكن لأي صاروخ يريد استهداف هدف متحرك العمل دون رادار .. مهما كانت آلية التوجيه التي يعتمدها .. سواء استخدم الرادار للكشف فقط .. أم استخدم للكشف والتوجيه معاً

-الطائرات التي لا يستطيع الرادار رصدها عمليا لن يرصدها الصاروخ و كذلك الطائرات التي تحلق على ارتفاعات منخفضة

بالنسبة للطائرات التي لا يلتقطها الرادار فعلياً هي الطائرات التي تعتمد على تقنية التخفي

stealth

تعتمد تقنية التخفي بشكل عام على امتصاص جزء من أشعة الرادار باستخدام مواد مركبة ..

وتشتيت الجزء الآخر من أشعة الرادار عن طريق عكسها بزوايا خاصة
كذلك هناك تقنيات أخرى مثل تخفيض صوت المحركات

أبرز الطائرات من هذا النوع هي

F117 و B2

برغم كل هذه التقنيات ..

تمكن الصرب من إسقاط طائرة F 117 في حرب كوسوفو ..

باستخدام عدة صواريخ من سام 3







أما بالنسبة للطائرات التي تطير على علو منخفض .. تكون بصمتها الرادارية منخفضة..

و يتم التغلب على ذلك بإحدى طريقتين
الأولى : وضع الرادار في منطقة عالية نسبياً كتلة أو مرتفع
الثانية : باستخدام تقنية النظر لأسفل/الإطلاق لأسفل أو

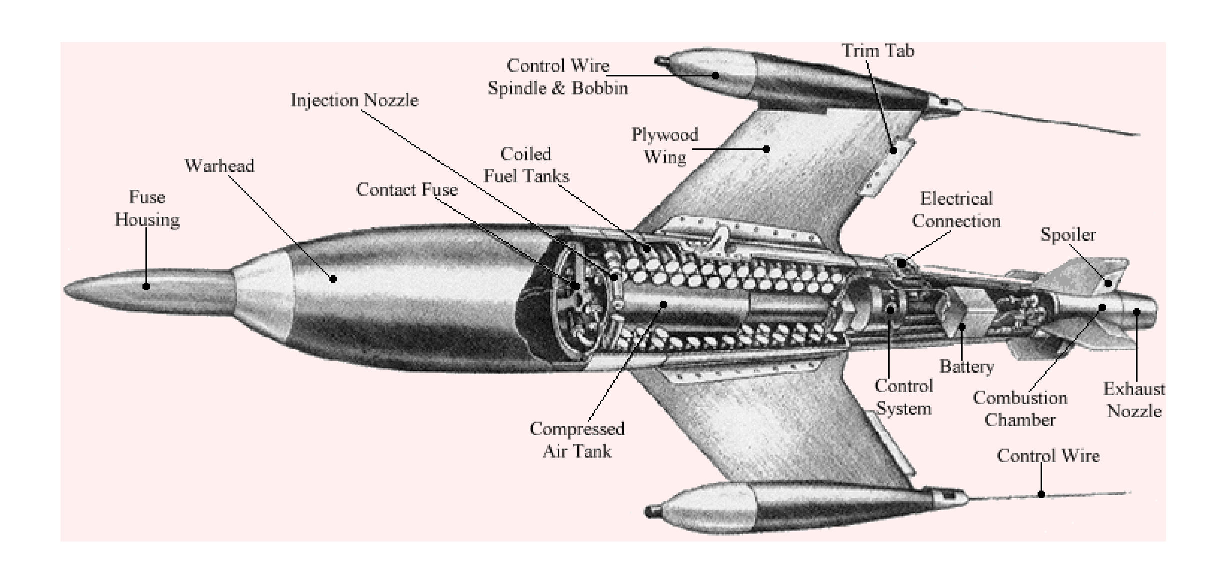
باللغة الإنكليزية Look-down/shoot-down

حيث يتم تركيب رادار على متن طائرة عسكرية يقوم بالمسح الجوي لكل ما يقع تحته .. وهذا يسمح للطائرات بمهاجمة أعدائها الذين يقعون أسفل منها

(أيضاً يستخدم مثل هذا النمط في التوجيه .. باستخدام أنظمة توجيه سلكي (وليست رادارية كما في السابق) .. حيث يتم إرسال الأوامر إلى الصواريخ عبر أسلاك تقليدية .. أو كابلات ألياف بصرية والتي تخرج من بكرة محمولة على الصاروخ ومتصلة بمحطة الإقلاع)

توضيح

تقنية قديمة مستخدمة في الصواريخ المضادة للدروع .. وبعض التوربيدات في الغواصات .. يكون الصاروخ مربوط بكبل من الألياف البصرية خلال تحليقه بعد الإقلاع .. وذلك لتوجيهه يدوياً باعتبار المسافات قصيرة
كان البداية التوجيه بسلك عادي .. ولزيادة المدى وتخفيف وزن الصاروخ تم استخدام الألياف البصرية
طبعاً كانت طريقة ليست فعالة لحد كبير .. ولذا تم استبدالها بالصواريخ الموجهة بالأشعة تحت الحمراء



هل يستطيع الطيار الذي اطلق عليه صاروخ تحديد نظامه وبالتالي طريقة تجنبه ؟؟؟

طبعاً يستطيع الطيار أن يحدد نوع الصاروخ الذي أطلق عليه من خلال ما يلي

في حال كان الصاروخ راداري (يعتمد في توجيهه على الرادار) .. يتم تحديد نوعه ذلك بواسطة مستقبل التحذير الراداري **RWR Radar warning receiver** الذي يكون حساس لأي إشارة رادارية قادمة من أي جسم غريب

المبينة شاشته في الصورة



أما في حال كان الصاروخ حراري (يعتمد في توجيهه على الحرارة) .. يتم تحديد نوعه بواسطة نظام التحذير من اقتراب الصواريخ **Missile Approach Warning System** الذي

يكون حساس لأي إشارة حرارية قادمة من أي جسم غريب

والمبين في الصورة التالية (وشكله يختلف من طائرة لأخرى (



هناك ما يسمى ب

decoys

alluminuim flares

heat ballons

لتضليل الصواريخ .... فما هي ؟؟

سؤال قيم .. لمحة بسيطة عن كيفية تضليل الصواريخ .. سواءً بالأساليب المذكورة في السؤال .. أو بأساليب أخرى

بشكل عام هناك 4 طرق لتوجيه الصواريخ كما ذكرنا سابقاً

-توجيه الصواريخ ليزرياً
-توجيه الصواريخ حرارياً بواسطة الأشعة تحت الحمراء
-توجيه الصواريخ رادارياً
-توجيه الصواريخ عبر الإحداثيات

تسمى أساليب تضليل الصواريخ باللغة الإنكليزية بـ **countermeasure**

-لتضليل الصواريخ الموجهة بالليزر يتم ذلك بإحدى طريقتين
الأولى : إما استخدام مرايا وسطوح عاكسة تعكس أشعة الليزر لمكان آخر بعيد عن الهدف .. أسلوب كان مستخدم بفعالية حتى حرب 73 .. لكنه فقد فعاليته في يومنا هذا بسبب أن أشعة الليزر أصبحت أقوى من ناحية المدى والحزمة الضوئية
الثانية : استخدام الدخان و الحرائق .. حيث يتم تشتيت أشعة الليزر المنعكسة بواسطة الدخان .. أسلوب استخدمه الجيش العراقي السابق بفعالية في حرب 1991 عندما أشعل آبار النفط في الكويت .. وكذلك استخدمه في حرب 2003 عندما قام بحفر خنادق حول المناطق الهامة و ملأها بالنفط الخام .. و عند بداية القصف أشعل النيران فيها

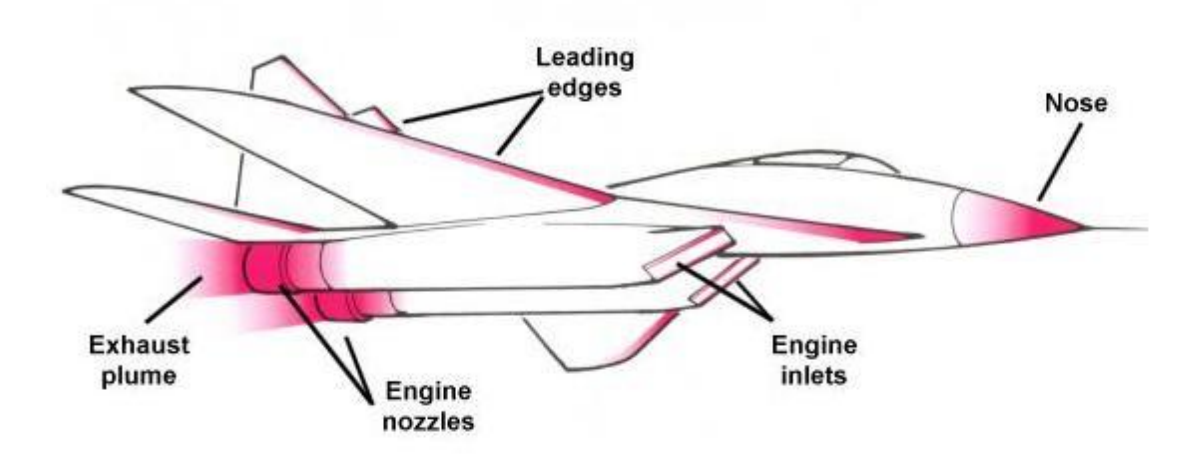
-لتضليل الصواريخ الموجهة حرارياً بالأشعة تحت الحمراء ..
في حال الهدف أرضي .. يتم التضليل باستخدام أسلوب الحرائق والدخان .. حيث تعتمد القنابل التلفزيونية الموجهة بالأشعة تحت الحمراء على تخزين صورة للهدف .. وعند إشعال الحرائق يتم تضليل الصاروخ .. حيث أنه لا يستطيع مقارنة الهدف الحقيقي بالصورة المخزنة في ذاكرة الصاروخ

أما في حال الهدف جوي (طائرة) .. يتم التشويش على البصمة الحرارية .. وذلك باعتماد **IR-decoy flares**
أو الشهب الحرارية المبينة بالشكل



مبدأ العمل .. هو توليد درجة حرارة أعلى من درجة حرارة المحرك .. بحيث يقوم الصاروخ الذي يتتبع درجة الحرارة الأعلى .. باتباعه بدلاً من اتباع المحرك

طبعاً في الشكل التالي يبين أبرز نقاط الضعف في الطائرة من الناحية الحرارية (هي بشكل عام فوهة ومداخل المحرك .. والمناطق التي تبث فيها أشعة تحت حمراء (



أما البالونات الحرارية .. فتستخدمها طائرات النقل العسكرية والمدنية كبيرة الحجم .. والتي لا تمتلك قدرات عالية على المناورة

فيتم توليد سحابة من البالونات الحرارية بعيدة عن الطائرة .. تضمن بها منع اقتراب الصاروخ لحرارة محركاتها الكبيرة كما هو مبين بالشكل



على فكرة استخدمت " إسرائيل " هذا الأسلوب في طائرتها " العال "التي استهدفت من قبل تنظيم القاعدة بصاروخ محمول على الكتف عام 2002 .. بعد هذه الحادثة قامت جميع شركات الطيران الغربية بإضافة بالونات حرارية إلى طائراتها .. وترتب على هذا الكثير من التكاليف المادية

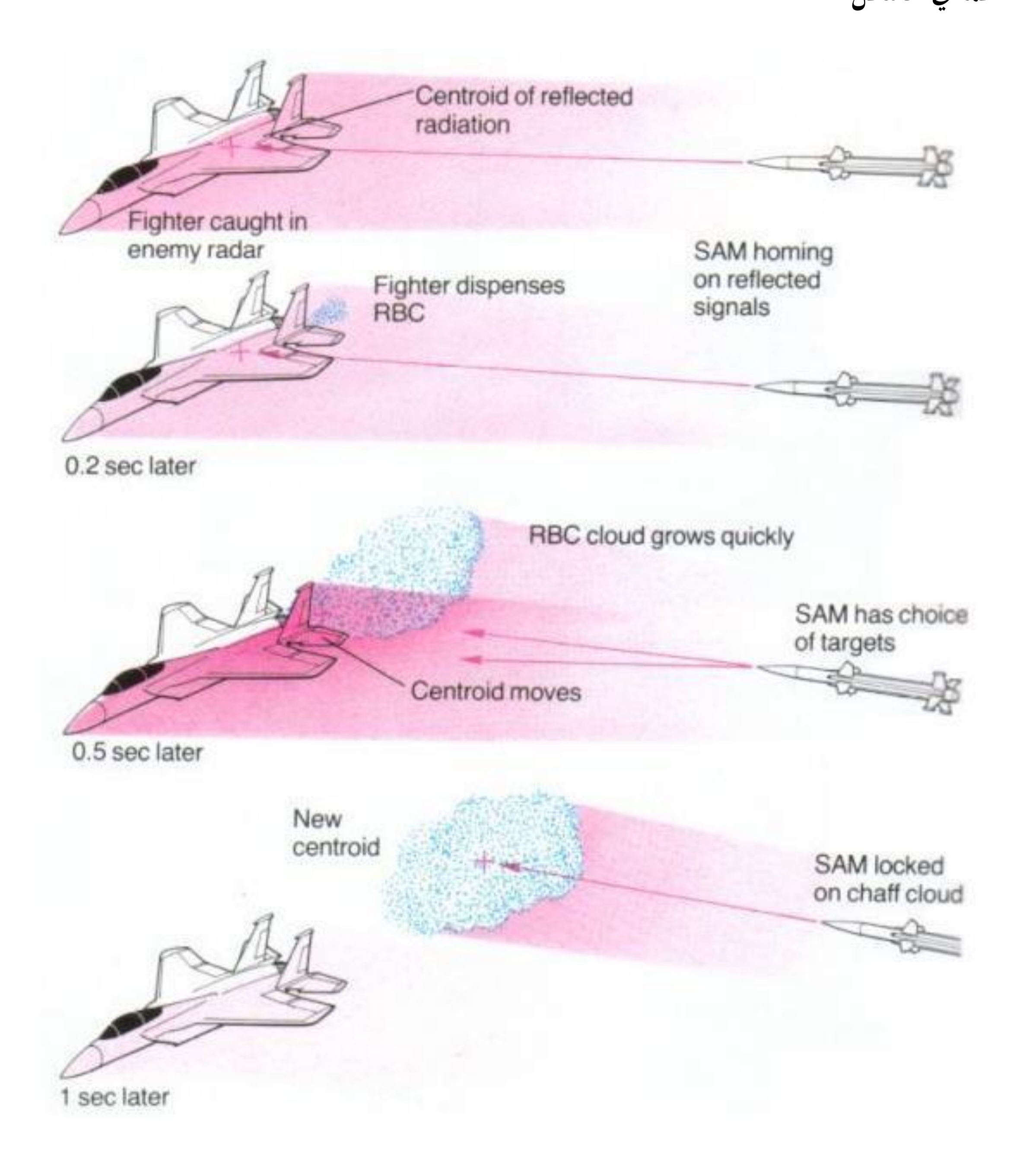


-لتضليل الصواريخ الموجهة رادارياً ..

في حال الهدف أرضي .. يتم تشغيل رادارات صغيرة مضللة لتقوم الصواريخ الموجهة رادارياً بقصفها .. و يتم الاحتفاظ بالرادارات الكبيرة سليمة

في حال الهدف جوي (طائرة) .. يتم استخدام رقائق المعادن العاكسة .. **(Chaff)** والتي يعتمد مبدأ عملها على تغيير الخصائص الكهرومغناطيسية للهواء المحيط .. لتشكل سحابة من الصدى الراداري المضلل

كما في الشكل



-لتضليل الصواريخ الموجهة إحداثياً .. يتم استخدام وسائل الإعاقة الالكترونية و التشويش على الأقمار الصناعية